

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА»

Д.В. Чарнаштан, А.Н. Цуканов, В.И. Николаев, Р.И. Гракович, А.А. Валетко,
А.Б. Малков, Е.Ю. Зайцева, Д.А. Чечётин

Диагностика сколиоза и пути её оптимизации

Практическое пособие для врачей

Гомель
2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Введение.....	3
2.	Классификация	3
3.	Клинические признаки структурного (идиопатического) сколиоза.....	8
4.	Рентгенологическая оценка сколиотической деформации.....	9
5.	Виды нарушений формы позвонков при сколиозе (изменения в горизонтальной плоскости).....	14
6.	Рентгенологические признаки возможного прогрессирования сколиоза (показатели состояния росткового костного потенциала позвоночника).....	15
7.	Определение величины реберного горба.....	17
8.	Использование МРТ и двухфотонной рентгеновской денситометрии позвоночника при диагностике сколиоза.....	18
9.	Метод растростереографии при сколиотической деформации с использованием оптической системы DIERS formetric 3 D/4D.....	19

Сколиоз занимает особое место в вертебродологии так как является наиболее серьёзной ортопедической патологией детей и подростков. Сам термин «**сколиоз**» (греч. σκολιός — «кривой», лат. scoliosis) был предложен во втором веке нашей эры К. Галеном и объединяет все виды стойкого бокового искривления позвоночника. По данным различных авторов, распространённость этой патологии составляет от 3,2% до 30 % населения. Колебание этого показателя обусловлено отсутствием единого подхода в диагностике этого заболевания при проведении обследования.

Классификация

Классик отечественной ортопедии и травматологии В.О. Маркс (1978) в зависимости от анатомических особенностей бокового искривления подразделял сколиозы на две группы: **неструктурные** (простые) и **структурные** (сложные). К неструктурным сколиозам относится простое боковое искривление позвоночника, когда нет грубых анатомических изменений позвонков и позвоночника в целом, в частности нет фиксированной ротации, которая характерна для структурного сколиоза. В свою очередь неструктурные сколиозы делятся на следующие виды:

- **осаночный** – выявляется у детей к концу первого десятилетия жизни, дуга деформации как правило обращена влево, характерно устранение дуги искривления в положении лёжа или мышечном усилии в положении стоя.
- **компенсаторный** – обусловлен укорочением одной из нижних конечностей.
- **рефлекторный (люмбоишиалгический)** – отклонение, обусловленное желанием пациента принять щадящее положение при болевом синдроме.
- **воспалительный** – чаще обусловлен воспалением околопочечной клетчатки.
- **истерический**.

Структурные сколиозы в зависимости от пораженной ткани, первично, или предположительно первично, вовлеченной в патологический процесс, делятся на следующие виды:

- **идиопатический сколиоз** – большая часть структурных сколиозов.
- **невропатические** – при остеомиелите, сирингомиелии, нейрофиброматозе и других неврологических заболеваниях.
- **миопатические** – обусловлены мышечной дистрофией, врожденной миопатией и амиоплазией.
- **остеопатические** – встречаются на почве врожденных аномалий развития позвоночника.
- **метаболические** – встречаются на почве нарушения процессов обмена веществ (рахит, арахнодактилия, гормональная дисрегуляция).
- **редкие и необычные сколиозы** – шинный сколиоз у детей с туберкулёзным кокситом и радиационный сколиоз после глубокой рентгентерапии одной стороны позвоночника

При структурном сколиозе характерно пространственное искривление в трёх плоскостях – **фронтальной, горизонтальной (поперечной) и сагиттальной**. При этом выделяют **первичную дугу искривления** и два **компенсаторных противоискривления** (одно под первичной кривизной, другое над ней), иногда именуемых вторичными, функциональными или малыми искривлениями. Развитие структурного сколиоза сопровождается следующими анатомическими и функциональными нарушениями:

- нарушение пространственного положения позвоночника или его отделов во фронтальной плоскости и позвонков в горизонтальной.
- деформацией тел позвонков и позвонков в целом.
- изменением костной структуры позвонков.
- патологической перестройкой межпозвонковых дисков.
- нарушением энхондрального развития позвонков.

– нарушением двигательной функции вовлечённых в деформацию отделов позвоночного столба.

– нарушением функций мышечно-связочного аппарата позвоночника.

В 1995 году E.Lonstein предложил свою классификацию сколиозов:

– нейромышечные сколиозы.

– врождённые сколиозы (при этих видах сколиозов деформация развивается на почве грубых костных аномалий развития позвоночника: клиновидные позвонки, полупозвонки, нарушения сегментации).

– сколиозы на фоне нейрофиброматоза.

– сколиозы, вызванные ревматическими заболеваниями (чаще всего это ювенильный ревматоидный артрит).

– сколиозы посттравматического генеза.

– сколиозы на фоне контрактур внепозвоночной локализации (например, после эмпиемы).

– редко встречающиеся сколиозы: остеохондродистрофические, вследствие остеомиелита, в результате метаболических нарушений (рахит и т.д.), на почве патологии пояснично-крестцового сочленения, вследствие опухолей, неструктурные сколиозы (постуральные, истерические, анталгические, воспалительные, сколиозы вследствие контрактуры тазобедренного сустава).

По форме сколиозы делятся на **C-образный**, если в позвоночнике имеется одна дуга (как правило при неструктурном сколиозе); **S-образный** – две дуги; **Σ-образный** – три дуги искривления.

В зависимости от направления дуги искривления выделяют **левосторонний** сколиоз (как правило неструктурный) и **правосторонний** сколиоз (как правило структурный). В тех случаях, когда деформация во фронтальной плоскости сочетается с переднезадним искривлением, выделяют **кифосколиоз** или **лордосколиоз**.

По локализации первичных дуг искривления согласно классификации I. Ponseti и B. Friedman (1950) сколиотические деформации делятся на 5 типов: **поясничный** (вершина искривления определяется на уровне LI – LII), **грудной** (вершина искривления находится на уровне ThVIII – ThIX), **грудопоясничный** (вершина искривления на уровне ThXI – ThXII), **комбинированный** (два первичных искривления – вершина грудного искривления находится на уровне ThVIII – ThIX позвонков, а вершина поясничного – на LI – LII), **пояснично-крестцовый** (вершина искривления находится на уровне позвонков LV и SI) и **верхне – или шейногрудной** (вершина искривления находится в верхнегрудном отделе, обычно в области ThIII – ThIV).

По изменениям статической функции позвоночника различают **компенсированную** (уравновешенную) и **некомпенсированную** (неуравновешенную) форму сколиоза. В это понятие вкладываются взаимоотношения верхней половины туловища с нижней, сложившиеся в результате имеющейся деформации. В норме у человека с правильно сформированным позвоночником линия отвеса, опущенная от вершины остистого отростка VII шейного позвонка, проходит через межягодичную складку. При наличии сколиотического искривления только в грудном или только в поясничном отделах позвоночника эта линия отвеса отклонится в сторону и не пройдет через межягодичную складку. Если же в грудном отделе позвоночника имеется более значительное искривление, которое уравновешивается аналогичным противоискривлением в поясничном отделе позвоночника, то линия отвеса пройдет через межягодичную складку, несмотря на наличие более грубой деформации позвоночника. В первом случае имеет место некомпенсированная (неуравновешенная) форма сколиоза, а во втором – при наличии даже грубой деформации позвоночника имеется компенсированная форма.

По клиническому течению сколиозы могут быть **непрогрессирующими** (что наблюдается редко), **медленно прогрессирующими** и **быстро прогрессирующими**.

Клинико-рентгенологическая классификация сколиоза по В.Д. Чаклину (1958):

I степень сколиоза. Слабо выраженное искривление позвоночника во фронтальной плоскости, исчезающее в горизонтальном положении. Характерна асимметрия мышц на уровне первичной дуги, образование мышечного валика в поясничном отделе. Асимметрия надплечий и лопаток при грудном сколиозе и треугольников талии при поясничной локализации. Угол сколиотической дуги $175 - 170^\circ$ ($5 - 10^\circ$).

II степень сколиоза. Более заметно искривление позвоночника во фронтальной плоскости, намечается реберный горб. Деформация частично фиксирована и полностью не исчезает при разгрузке позвоночника. Намечаются признаки компенсаторной дуги. Угол искривления составляет $170 - 155^\circ$ ($10 - 25^\circ$).

III степень сколиоза. Значительная сколиотическая деформация позвоночника с выраженной деформацией грудной клетки и большим реберным горбом. Туловище отклонено в сторону основной дуги сколиоза. Коррекция позвоночника при разгрузке незначительная. Сколиотическая дуга равна $155 - 135^\circ$ ($25 - 45^\circ$).

IV степень сколиоза. $135 - 105^\circ$ ($45 - 75^\circ$)

В зависимости от периода жизни, в котором появился сколиоз, выделяют:

– **инфантильный идиопатический сколиоз** – появляется между первым и вторым годом жизни.

– **ювенильный идиопатический сколиоз** – появляется между четырьмя годами и шестью.

– **adolescentный (подростковый) идиопатический сколиоз** – появляется в основном между десятью и четырнадцатью годами.

По изменению степени деформации в зависимости от нагрузки на позвоночник выделяют следующие виды сколиоза:

– **нефиксированный (нестабильный) сколиоз.**

– **фиксированный (стабильный) сколиоз.**

Клинические признаки структурного (идиопатического) сколиоза

Клиническое обследование при сколиозе начинают с выяснения данных анамнеза. Это позволяет уточнить время появления деформации позвоночника и её течение, а также применявшиеся методы лечения. При сборе анамнеза выясняются особенности течения беременности и родов, общие сведения о развитии ребёнка, семейный анамнез. Выясняются жалобы на боли, утомляемость, нарушение равновесия, хромоту, расстройство движений, чувствительности.

Медицинский осмотр следует начинать со стандартной оценки роста и веса пациента. Некоторые авторы рекомендуют измерять также размах рук. Ребёнок при осмотре должен быть полностью раздет. Общий осмотр проводят в трёх положениях: спереди, сбоку и сзади. При осмотре спереди обращают внимание на наличие асимметрии лица, контуров шеи и надплечий, треугольников талии, отмечают деформацию грудной клетки. При осмотре сбоку главным образом определяется осанка. Наиболее детальный осмотр проводят сзади для выявления отклонений позвоночника во фронтальной плоскости.

Выделяют следующие клинические признаки, указывающие на наличие сколиоза у пациента и выявляемые при объективном исследовании: рёберный горб, поясничный валик, боковое отклонение линии остистых отростков, асимметрия треугольников талии, асимметрия надплечий (приподнятое положение одного из них) и углов лопаток, гипоплазия одной из молочных желез, асимметричное расположение сосков, удлинение аксилярной складки на выпуклой стороне искривления и килевым выступанием грудины.

Рёберный горб. Возникает при деформации грудной клетки вследствие наличия сколиотической деформации и ротационного смещения позвоночника вокруг продольной оси в грудном отделе. Лучше выявляется при наклоне туловища кпереди. Разделяют менее выраженный передний рёберный горб и более выраженный задний рёберный горб. Задний, дорсальный, рёберный горб

всегда расположен на выпуклой стороне искривления, передний, вентральный – с вогнутой стороны искривления.

Поясничный валик. Возникает при ротационном смещении позвоночника вокруг продольной оси в грудном отделе. Образуется в результате того, что поперечные отростки на выпуклой стороне сколиоза приподнимают длинные мышцы спины, образующие под кожей валикообразное выпячивание.

Вышеупомянутые признаки указывают на наличие ротации (торсии) позвонков, однако при этом могут возникать ошибки, источником которых может быть неодинаковая длина ног у пациента. Поэтому перед осмотром спины необходимо определить длину ног измерением или сопоставлением уровня расположения верхних передних остей подвздошных костей.

Асимметрия треугольников талии (образованы боковой поверхностью туловища, гребнем подвздошной кости и внутренней поверхностью свободно свисающей руки). Возникает при сколиозе пояснично-грудного отдела, поясничного отдела, сложного, двойного сколиоза поясничного и грудного отделов.

При поясничном сколиозе усиливается выступание крыла подвздошной кости на вогнутой стороне искривления, утрачивается симметрия расположения передних остей, нарушается ромб Михаэлиса.

Также, ротационное смещение позвоночника можно заметить по отклонению плечевого пояса от фронтальной плоскости относительно передних верхних подвздошных остей таза.

Рентгенологическая оценка сколиотической деформации

Важным и, на данном этапе развития медицины, обязательным в обследовании пациентов со сколиозом является выполнение рентгенологического исследования. Оно объективизирует визуальную клиническую картину патологии; предоставляет уточняющую информацию о локализации дуг искривления и их параметрах, изменениях анатомо-

биомеханических характеристик позвоночника, реберного каркаса грудной клетки и таза; иллюстрирует состояние росткового костного потенциала и структуральных морфологических изменений пораженного органа.

Рентгенографию позвоночника обычно производят стоя и в двух проекциях: переднезадней (прямой) и боковой. При этом пациент находится на выпрямленных в коленях и ровно установленных ногах в позе обязательного самоконтроля за осанкой. При проведении прямой рентгенографии руки у пациента должны быть выпрямлены и опущены вдоль туловища, а при боковой – расположены на подставке, установленной по высоте на уровне груди. Некоторые авторы рекомендуют проводить исследование в трёх функциональных положениях, два из которых – в положении лёжа при стандартной укладке и в свободном положении стоя, а в качестве третьего применяется вытяжение туловища грузом за тазовый пояс, либо активный наклон туловища обследуемого в сторону выпуклости основной дуги искривления (оба варианта лёжа). В процессе рентгенографии пациент устанавливается таким образом, чтобы получить изображение позвоночника от нижнего уровня первого крестцового позвонка с захватом крыльев подвздошных костей и реберного каркаса грудной клетки до верхнего уровня не ниже третьего грудного позвонка.

Рентгенологическое обследование позвоночника может выполняться в вариантах фотографической или цифровой компьютерной технологии. При изготовлении рентгенограммы на пленочном носителе следует использовать широкоформатные кассеты размером 30×40 см. Полученные снимки не должны обрезаться с потерей изображения.

При нарушении осанки во фронтальной плоскости на рентгенограмме, выполненной в положении стоя, будет выявлено искривления позвоночного столба, однако без признаков патологической ротации тел позвонков, а на рентгенограмме, выполненной в положении лёжа, искривление будет отсутствовать.

По полученным рентгенограммам определяют следующие характеристики: вид сколиотической деформации, анатомический тип сколиотической деформации, параметры деформации, характеризующие поражение позвоночника во фронтальной плоскости, состояние ростковой костной зрелости позвоночника как одного из ведущих фоновых факторов прогнозирования естественного развития деформации.

Вид сколиотической деформации определяется по этиологическому фактору патологии. При этом разделяют деформации, вызванные различными заболеваниями (ортопедическими, неврологическими, хирургическими и т.д.), и деформации, которые являются самостоятельной нозологической единицей – идиопатический (диспластический) сколиоз (встречаются наиболее часто).

Основная (первичная) дуга имеет наиболее выраженный ротационный компонент и определяется на вертикальных фронтальных снимках по характеру проекционного латерального смещения изображения остистых отростков и дужек позвонков. Вершинным отделом дуги считается уровень, на котором располагающийся сегмент или сегменты имеют наибольшее ротационное смещение. Краниальным и каудальным сегментом дуги деформации следует считать позвонки, имеющие в выявляемой дуге наибольший наклон во фронтальной плоскости.

Для определения затронутого деформацией отдела позвоночника (**анатомического типа деформации**) целесообразно использовать критерии, представленные в таблице 1.

Таблица 1.1 – Рентгеноанатомические критерии для определения дуг сколиотической деформации позвоночника (Тесаков, Д.К., Макаревич, С.В., Тесакова, Д.Д., Михасевич, Н.О. Алгоритм трехплоскостной рентгенологической диагностики деформации позвоночника при сколиозе (инструкция по применению)).

Анатомический тип деформации	Краниальный позвонок	Каудальный позвонок	Вершинный позвонок
Поясничный	Не выше Th12	L4–S1	L2–L3
Грудной	Th2–Th6	Не ниже L1	Th7–Th9
Грудопоясничный	Не ниже Th11	Не выше L2	Th9–L2
Комбинированный	Имеет одновременно две основные дуги — верхняя в варианте грудного типа, нижняя в варианте поясничного или грудопоясничного типа		
Верхнегрудной (шейногрудной)	C6–Th3	Th4–Th7	Th2–Th4
	Одновременно имеет нижнюю дугу в варианте основной грудного или грудопоясничного типа		

Для определения степени сколиотической деформации необходимо измерить величину дуги деформации во **фронтальной плоскости**. Для этого предлагается несколько методик, среди которых наиболее точно отражает величину дуги с позиций канонической геометрии методика Кобба (J.R. Cobb), которая также признана стандартом на мировом уровне.

Для измерения величины искривления позвоночника по Коббу проводят линии вдоль верхнего края нижнего нейтрального (не ротированного) позвонка и нижнего края верхнего нейтрального позвонка. Пересечение перпендикуляров, восстановленных к этим двум линиям, даёт угол деформации. При выраженной деформации можно измерять угол

непосредственно между проведёнными линиями, без добавления перпендикуляров. Согласно принятой инструкции по применению, изданной в ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» совместно с УО «Белорусский государственный медицинский университет» при измерении сколиотической деформации по Коббу сначала на переднезадней рентгенограмме позвоночника в дуге искривления определяют краниальные и каудальные позвонки, имеющие наибольший наклон во фронтальной плоскости. Далее, при расчерчивании следует брать замыкательные пластинки, которые имеют наибольший фронтальный наклон. Через замыкательные пластинки тел выбранных сегментов проводят линии, угол пересечения которых, обращенный в сторону дуги, указывает ее величину. С учетом выраженности величины дуги деформации указанный угол в ряде случаев для удобства определяют с применением геометрического приема путем измерения угла пересечения встречных перпендикуляров, проведенных дополнительно от линий замыкательных пластинок краниального и каудального позвонков.

По угловым параметрам основных сколиотических дуг определяют степень тяжести деформации согласно классификации В.Д. Чаклина. Рекомендуется использовать её четырехстепенной вариант: к I степени относятся искривления с дугой до 10° , II степень включает дуги в интервале от 11 до 25° , III степень — от 26 до 40° , IV степень — от 41° и более.

Физиологическую подвижность деформации позвоночника предлагается измерять путём сравнения дуги искривления в положении стоя и лёжа, объём пассивной подвижности путём сравнения дуги искривления в положении лёжа и при вытяжении за тазовый пояс (некоторыми авторами эта методика предлагалась для предоперационного планирования, чтобы определить возможную коррекцию). J. Risser для определения возможной коррекции искривления использовал величину дуги между положениями стоя и лёжа, считая, что возможная коррекция в 2 раза превышает самопроизвольную коррекцию.

Виды нарушений формы позвонков при сколиозе (изменения в горизонтальной плоскости)

Основными видами нарушения формы позвонков при сколиотической деформации позвоночника являются клиновидная деформация их тел и торсионная их деформация в целом, которую следует отличать от патологической ротации позвонка. Торсия позвонка – это изменение нормальной его формы, заключающееся в изменении положения и протяжённости отдельных частей тела позвонка относительно его срединной сагиттальной плоскости. Ротация позвонка – поворот вокруг вертикальной оси анатомически не изменённого позвонка.

Клиновидность позвонков выявляется при визуальном рентгенанатомическом анализе и устанавливается на основании сравнения результатов рентгенометрии высоты краевых отделов тел позвонков. Форма тел позвонков оценивается при величине патологической ротации не больше 45 – 50 градусов. Выраженность клиновидной деформации оценивается приблизительно, распространённость по соотношению количества деформированных позвонков и общего количества позвонков.

Ротация позвонков при сколиотической осанке является причиной видимой клинически асимметрии рельефа спины и грудной клетки. Именно по ротационному компоненту судят о наличии и локализации основных или первичных дуг искривления и судят об анатомическом типе сколиоза. Патологическая ротацию наиболее удобно оценивать по положению остистого отростка относительно к вертикальному центру тела позвонка и по асимметрии проекционного расположения ножек позвонковых дужек на переднезадних рентгенограммах.

На данный момент наиболее удобной и точной для определения выраженности ротации позвонков является методика Раймонди (P. Raimondi). Её суть заключается в том, что на переднезадней рентгенограмме позвоночника определяют ротированный сегмент, в котором миллиметровой линейкой определяют ширину (а) проекции тела позвонка, измеряемую от середины

высоты наружных краев. Далее определяют расстояние между серединой края тела позвонка и центром проекции ножки его дужки на выпуклой стороне дуги деформации (б). Затем показатель ротации позвонка вычисляют по специальной таблице Раймонди.

Степени выраженности ротации позвонка по Раймонди: I степени измеряемый интервал составляет от 2 до 10°, для II степени — от 12 до 20°, для III степени — от 22 до 30° и для IV степени — свыше 30°.

Рентгенологические признаки возможного прогрессирующего сколиоза (показатели состояния росткового костного потенциала позвоночника)

Истинный возраст пациента не является точным отражением потенциала роста позвоночника, а, следовательно, и возможного прогрессирующего сколиоза. Поэтому существуют различные методы определения созревания скелета по рентгенологическим признакам, что имеет важное значение для прогнозирования течения заболевания.

J.C. Risser (1964) предложил оценивать рост позвоночника по оксификации апофизов крыльев подвздошных костей. Для этого выполняется рентгенограмма в переднезадней проекции. На гребне подвздошной кости апофиз как центр оксификации появляется латерально и спереди и далее совершает экскурсию по гребню кзади и медиально, достигая крестцово-подвздошного сочленения. Возраст появления ядер окостенения на уровне передних верхних остей подвздошных костей у девочек составляет 12 лет, у мальчиков – 14 лет. Полная оксификация происходит за 6 – 12 месяцев (иногда до 3 лет).

В тесте Риссера выделяют 6 ростковых стадий, которые обозначаются латинской буквой «R»:

R-0 – характеризуется отсутствием зон оксификации апофизов подвздошных гребней.

R-I – выявляются линейно-дугообразной формы участки апофизарной оссификации в латеральных отделах гребней протяженностью до $\frac{1}{4}$ их длинника.

R-II – характеризуется увеличением зоны оссификации до $\frac{1}{2}$ длинника гребней.

R-III – достижение длины зоны оссификации апофиза до $\frac{3}{4}$ длинника гребней.

R-IV – определяется зона оссификации апофизов по ходу всего длинника гребней с явлениями начального синостозирования с основным костным массивом в медиальных отделах.

R-V – характеризуется полным слиянием оссифицированных апофизов гребней с массивом крыльев подвздошных костей.

Для удобства предложено выраженность костной активности по тесту Риссера классифицировать на группы: стадии от 0 до III находятся в первой группе и характеризуют ростковый процесс как выразительно активный; стадия IV составляет вторую группу и указывает на относительно стабилизированный ростковый процесс; третью группу составляет стадия V – завершённый ростковый процесс.

Было замечено, что средний темп прогрессирования искривления позвоночника в возрасте 12 – 14 лет тем меньше, чем более выражен тест Риссера, хотя и при степенях больше R-III возможно выраженное прогрессирование. Поэтому не всегда возможно предсказать величину возможного прогрессирования сколиоза у пациента используя только этот тест. Причиной этого является тот факт, что степень созревания позвоночника не обязательно совпадает со степенью созревания костно-суставного аппарата в целом.

В.И. Садофьева (1986) предложила определять степень зрелости позвоночника по локальному костному возрасту и по архитектонике костной структуры позвоночного столба. Локальный возраст оценивается по характеру развития апофизарных зон тел позвонков. Выявляемые стадии рекомендовано

обозначать буквой «S» с добавлением соответствующей римской цифры. Для стадии S–0 характерно отсутствие зон оссификации апофизов тел позвонков. На стадии S–I выявляются зоны оссификации у вентрального края краниальной и каудальной поверхностей тел позвонков. Стадия S–II характеризуется наличием множественных участков оссификации апофизов. На стадии S–III зоны апофизарной оссификации сливаются в общую «полосу». На стадии S–IV появляется зона синостозирования оссифицированных апофизов с телом позвонка на уровне центрального отдела. Для стадии S–V характерно практически полное слияние оссифицированных апофизов с костным массивом тел позвонков и наличие зон просветления по периферии тела сегмента в начале стадии.

Также, как и в схеме Риссера, в классификации Садофьевой выделяют 3 группы ростковой костной активности: первая группа – выраженно активный процесс (стадии от 0 до III), вторая группа – относительно стабилизированный процесс (IV стадия), третья группа – завершённый процесс (V стадия).

Выделяют и другие прогностически признаки, указывающие на возможность прогрессирования сколиоза. Среди них выделяют остеопороз позвоночника и рёбер на вершине искривления, **симптом Мовшовича** – остеопороз позвонков на вершине дуги искривления, **симптом Кона** – расширение межпозвонковых щелей на вогнутой стороне искривления.

Определение величины реберного горба

Для определения высоты реберного горба и угла поворота ребер используется схема. Схема эта вычерчивается на рентгенограмме, произведенной в специальной укладке исследуемого. Исследуемый сидит на столе, ноги сгибает в коленях, обхватывает их руками и прижимает к туловищу, выпрямляя поясничный отдел позвоночника. Голову наклоняет вперед, подбородок прижимает к груди. Трубка над остистым отростком CVII на расстоянии 20 см и наклонена на 5° к голове. Центральный луч направляется на остистый отросток CVII. Кассета размером 15x40 удалена от крестца на 10 см.

кзади (снимок производится с решеткой). На полученной рентгенограмме через наиболее выступающую дорсально-центральную точку выпуклой дуги реберного горба проводят горизонтальную линию по всей длине рентгенограммы. На другой половине грудной клетки также определяется центр реберной дуги и от нее спускается к горизонтальной линии перпендикуляр, величина которого соответствует величине реберного горба. Для определения угла поворота ребер проводится косая линия, соединяющая обе указанные точки на вершинах реберных дуг. Полученный угол точки пересечения горизонтальной и косой линий на вершине реберного горба соответствует углу поворота ребер по отношению к углу искривления позвоночника и торсии тел позвонков.

Использование МРТ и двухфотонной рентгеновской денситометрии позвоночника при диагностике сколиоза

Кроме стандартной рентгенологической методики для диагностики сколиоза можно применять и другие инструментальные методы исследования. Одним из этих методов является **компьютерная магнитно-резонансная томография (МРТ)**, которая используется для диагностики состояния спинного мозга при сколиотической деформации. Исследования показали, что спинальный статус относительно спокоен при искривлениях величиной до 40 градусов. При больших искривлениях возможна интраканальная компрессия и собственная деформация спинного мозга.

Для выявления нарушений минеральной плотности кости, что может быть не только признаком прогрессирования сколиотической деформации, но и возможной её причиной, целесообразно использовать **двухфотонную рентгеновскую денситометрию позвоночника**.

Метод растростереографии при сколиотической деформации с использованием оптической системы DIERS formetric 3 D/4D

Учитывая рост численности населения в мире, в дальнейшем возможно увеличение числа пациентов со сколиозом. В связи с этим встаёт вопрос о скрининговом обследовании детей с целью раннего выявления и своевременной коррекции сколиотических деформаций позвоночника. Однако на данном этапе это предполагает массовое применение рентгенологического исследования, что ведёт к увеличению радиационной нагрузки на население. Пациенту со сколиозом, в течение трёх лет проходящему курс лечения корсетом, в среднем выполняется 22 рентгеновских снимка. Nash (1979) установил существенное возрастание риска рака молочной железы у таких пациентов. Hoffmann (1989) провёл аналогичное исследование группы из 1030 женщин со сколиозом и определил увеличение у них частоты рака молочных желез в два раза. Риск возникновения лейкемии у пациентов со сколиозом по некоторым данным возрастает на 5%.

В связи с вышеперечисленным возникает необходимость уменьшения числа рентгенологических обследований с целью выявления сколиотической деформации позвоночника. Для этого предлагается использовать метод растростереографии с использованием оптической системы DIERS formetric 4D (3D + период времени). Эта технология относится к бесконтактным оптическим методам исследования поверхности тела. В её основе лежит метод муаровой топографии, который впервые был использован в работе Takasaki (1973). Метод позволяет мгновенно регистрировать трехмерную форму обследуемой поверхности туловища пациентов в виде линий равного уровня, подобно топографическим картам, однако использует концепцию стереографической проекции в белом свете (растровая стереография) в **статических условиях**. Деформация проектируемой линии позволяет провести 3-D реконструкцию секционных точек поверхности методами триангуляции. При использовании прибора DIERS formetric 4D анализ поверхности спины можно выполнять и в динамических условиях. Анатомические ориентиры, по которым вычисляются

параметры, определяющие осанку, находятся автоматически и для этого не требуется нанесения меток на тело пациента вручную. Изображение формы позвоночника при этом исследовании получается на основе регистрации вычисленных точек проекции вершин остистых отростков позвонков.

Технология 4D (пространственные координаты + время), используемая в приборе DIERS formetric предполагает динамическую запись до 10 изображений в секунду и является логическим усовершенствованием системы formetric 3D. Данная технология повышает качество 3D записи, предоставляя возможность анализировать осанку с увеличением времени выдержки экспозиции, и может быть использована для анализа движений на тренажёре. Система formetric 4D+ обеспечивает запись с частотой до 24 изображений в секунду, позволяющей анализировать последовательность быстрых движений.

При **использовании метода растростереографии** пациент должен стать на плантограф (необходимо для определения равномерности нагрузки на обе нижних конечности) на расстоянии 2 метров от регулируемого по высоте трёхмерного устройства съёмки. Необходимо, чтобы пациент был раздет до трусов, а во время самого исследования ягодицы открываются полностью. Если у обследуемого длинные волосы, необходимо закрепить их на затылке подходящими средствами, чтобы была видна шея до линии волос. Кольца, часы, цепочки необходимо снять. Проецируемые коррекционные линии устанавливаются по нижнему краю лопаток пациента. При избыточной массе пациента производится дополнительная наклейка маркеров с отражающим покрытием на область крестцово-подвздошных суставов и С7 позвонков. Далее выполняется снимок с последующим анализом результатов.

Литература:

1. Богданов, Ф.Р. Сколиоз / Ф.Р. Богданов // Руководство по ортопедии и травматологии / Новаченко Н.П. [и др.]; под ред. Б.Бойчева. – М.: Медицина, 1968. – С. 303-365.
2. Montgomery, F. Screening for scoliosis. A cost-effectiveness analysis / F. Montgomery, U. Persson, G. Bemoni et al. // Spine. – 1990. – Vol. 15, № 2. – P. 67 – 70.
3. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков / В.Л. Адрианов [и др.]; под общей редакцией В.Л. Адрианова. – Ленинград: Медицина, 1985. – 256 с.
4. Маркс, В.О. Ортопедическая диагностика / В.О. Маркс. – Минск: «Наука и техника», 1978. – 512 с.
5. Сколиоз / А.И. Казьмин [и др.]; под общей редакцией А.И. Казьмина. – Москва: Медицина, 1981. – 272 с.
6. Ибрагимов, Я.Х. Сколиотическая болезнь / Я.Х. Ибрагимов [и др.] // Медицинская практика: информационный сайт для специалистов в области медицины [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://mfvt.ru/skolioticheskaya-bolezn/>. – Дата доступа: 7.01.2015.
7. Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – Новосибирск: Издательство Новосибирского ун-та, 1993. – 364 с.
8. Шаповалов, В.М. Деформации позвоночника: учеб. пособие / В.М. Шаповалов [и др.]. – СПб.: Морсар АВ, 2000. – 95 с.
9. Мовшович, И.А. Сколиоз: хирургическая анатомия и патогенез / И.А. Мовшович. – М.: Медицина, 1964. – 255 с.
10. Etiologic theories of idiopathic scoliosis. Somatic nervous system and the NOTOM escalator concept as one component in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis / R.G. Burwell [et al.] // Stud Health Technol Inform. – 2008. № 140. – P. 208 – 217.

11. Errico, T.J. Surgical management of spinal deformities / T.J. Errico, B.S. Lonner, A.W. Moulton. – 1st ed. – Philadelphia, Saunders Elsevier, 2009. – 535 p.
12. Михайловский, М.В. Современная концепция раннего выявления идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский [и др.] // Вестн. травматол. и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 1. – С. 3 – 10.
13. Reamy, B.V. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts / B.V.Reamy, J.B. Slakey // Am. Fam. Physician. – 2001. – Jul. – Vol.64, № 1. – P. 111 – 116.
14. Сарнадский, В.Н. Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии: пособие для врачей / Новосибирский НИИТО МЗ РФ; В.Н. Сарнадский, Н.Г. Фомичев. – Новосибирск, 2000. – 43 с.
15. Казарин, О.С. Особенности диагностики и лечения сколиоза / О.С. Казарин, Д.К. Тесаков // Здравоохранение. – 1999. – №4. – С. 36 – 38.
16. Садофьева, В.И. Рентгенофункциональная диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей / В.И. Садофьева. – Ленинград: Медицина, 1986. – 240 с.
17. Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformation / J.E. Lonstein [et al.]. – 3th ed. – W.B. Saunders Company, 1995. – 658 p.
18. Сампиев, М.Т. Сколиоз / М.Т. Сампиев, А.А. Лака, Н.В. Загородний. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 144 с.
19. Тесаков, Д.К., Макаревич, С.В., Тесакова, Д.Д., Михасевич, Н.О. Алгоритм трехплоскостной рентгенологической диагностики деформации позвоночника при сколиозе (инструкция по применению): утв. первым заместителем министра здравоохранения Респ. Беларусь 27.06.2008. – Минск, 2008. – 14 с.
20. Ponseti, I. Prognosis in idiopathic scoliosis / I. Ponseti, B. Friedman // J. Bone Jt. Surg. – 1950. – Vol. 32-A. – P. 381 – 395.
21. Wejsflog, G. The phenomenon of compensation in idiopathic scoliosis / G. Wejsflog // Chir. Narzadow. Ruchu. Ortop. Pol. – 1964. – № 29. – P.183 – 189.

22. Risser, J.C. Changing concepts on treatment of scoliosis / J.C. Risser // *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. – 1964. – № 38. – № 511 – 514.
23. Cobb, J.R. Outline for the study of scoliosis / J.R. Cobb // *Amer. Acad. Orthop. Surg. Instructional Course Lectures*. – 1948. – Vol. 5. – P. 261 – 275.
24. Чаклин, В.Д. Патология, клиника и лечение сколиоза / В.Д. Чаклин // *Труды 1-го Всесоюзного съезда травматологов, ортопедов*. – Москва: Медицина. – 1965. – С. 209.
25. Чаклин, В. Д. Ортопедия / В. Д. Чаклин. – Москва: Медгиз, 1957. – Т. 2. – 798 с.
26. Абальмасова, Е.А. Сколиоз в рентгеновском изображении и его измерение / Е.А. Абальмасова // *Ортопед., травматол.* – 1964. – № 5. – С. 49 – 50.
27. Тесаков, Д.К. Рентгенологическая оценка сколиотической деформации позвоночника в сагиттальной плоскости / Д.К. Тесаков, Д.Д. Тесакова // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2008. – №: 2. – С. 95 – 100.
28. Bradford, D.S. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities* / D. S. Bradford [et al.]. – N.Y: W.B. Saunders Company, 1987. – 651 p.
29. Cotrel, Y. *C-D Instrumentation en Chirurgie Rachidienne. Principes, Technique, Erreurs et Pieges* / Y. Cotrel, J. Dubousset. – Sauramps medical, 1992. – 159 p.
30. Mauroy, J.-C. *La scoliose. Traitement orthopedique conservateur* / J.-C. Mauroy. – Saurams medical, 1996. – 279 p.
31. Тесаков, Д.К. Рентгенологическая оценка ротации позвоночника при его сколиотической деформации / Д. К. Тесаков, Д. Д. Тесакова // *Военная медицина*. – 2007. – №: 4. – С. 50 – 53.
32. Ульрих, Э.В. *Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках* / Э.В.Ульрих, А.Ю. Мушкин. – СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2006. – 187 с.
33. Фищенко, В.Я. Сколиоз / В.Я. Фищенко. – Макеевка, 2005. – 558 с.
34. Nash, C.L. A study of vertebral rotation / C.L. Nash, J.H. Moe // *J. Bonejt. Surg.* – 1969. – №51-A. – P. 223 – 229.

35. Perdriolle, R. La Scoliose. Son etude tridimensionnelle / R. Perdriolle. – Maloine S.A. Editeur, Paris, 1979.
36. Perdriolle, R. Etude de la courbure scoliotique. Importance de l'examen de la rotation vertebrale / R. Perdriolle, J. Vidal // Rev. Chir. Orthop. – 1981. – № 67, 1. – P. 25 – 34.
37. Raimondi, P. La rotazione vertebrale. Proposta di nuovo metodi di valutazione / P. Raimondi // Ed. Annali ISEFIAquila, 1984. – P. 81 – 84.
38. Dhar, S. Correlation between bone age and rissers sign in adolescent idiopathic scoliosis / S.Dhar, P.M. Dangerfield, J.C.Dorgan, L. Klenerman // Spine. – 1993. – Vol.18. – №.1. – P. 14 – 19.
39. Risser, J.C. Scoliosis. Past and present /J.C. Risser // J. Bone Jt. Surg. – 1958. – Vol. 46-A. – № 1. – P. 167 – 199.
40. Садофьева, В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей / В.И. Садофьева. – Ленинград: Медицина, 1990. – 219 с.
41. Мовшович, И.А. Оперативная ортопедия / И.А. Мовшович. – Москва: Медицина, 1983. – 416 с.
42. Тесаков, Д.К. Применение магнитной резонансной компьютерной томографии позвоночника у больных с диспластическим (идиопатическим) сколиозом / Д.К. Тесаков, И.В. Булаев, И.Р. Воронович // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы: Материалы съезда. – Минск, 2002. – С.103 – 107.
43. Способ компьютерной оптической топографии тела человека и устройство для его осуществления: пат. 000111 Евразийский патент МПК А61В 5/103 А1 1998.02.26, В1 1998.08.27 / В.Н. Сарнадский, М.А. Садовой, Н.Г. Фомичев. – № 000111; заявл. 26.08.96; опубл. 15.06.98 // Реестр евразийских патентов на 2015.03.18.
44. Сарнадский, В.Н. Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии: учебное пособие для врачей МЗ РФ /

В.Н. Сарнадский, Н.Г. Фомичев; НИИТО. – Новосибирск: Сибирское университет. изд-во, 2001. – 44 с.

45. Сарнадский, В. Н. Компьютерная оптическая топография. Объективный мониторинг структурных сколиозов – неинвазивная альтернатива рентгену / В. Н. Сарнадский, И. Л. Трегубова // Поликлиника: профессиональный журнал для руководителей и врачей всех специальностей ЛПУ России. – 2008. – № 3. – С. 12 – 17.

46. Sarnadskiy, V.N. Use of Functional Tests to Increase the Efficiency of Scoliosis Screening Diagnosis by COMOT Method / V.N. Sarnadskiy, N.G. Fomichev, M.V. Mikhailovsky // Stud. Health. Technol. Inform. – 2002. – № 91. – P. 204 – 210.

47. Lonstein, J.E. Patient evaluation / J.E. Lonstein // Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities / J.E. Lonstein [et al.]; Ed. Bradford et al. – Saunders, Philadelphia, 1987, P. 46 – 87.

48. Nash, C.L. Risk of exposure to X rays in patients undergoing long term treatment for Scoliosis / C.L. Nash [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1979. – 61A. – P. 371 – 375.

49. Hoffmann, D.A. Breast cancer in women which scoliosis exposed to multiple diagnostic X rays / D.A. Hoffmann [et al.] // J.Nat.Can.Inst. – 1989. – № 81 (17). – P. 1370 – 1371.

50. Rao P.S. A revised estimate of risk of carcinogenesis from X ray to scoliosis patient / P.S. Rao, E. Gregg // Investigative Radiology. – 1983. – № 19(1). – P. 58 – 60.

51. Takasaki, H. Moire Topography / H. Takasaki // Appl. Opt. – 1973. – № 12(4). – P. 845 – 850.

52. Тесаков, Д.К. Новая диагностическая система "FORMETRIC" (компьютерная видеорастростереография позвоночника) и ее возможности: сборник / Д.К. Тесаков, А.С. Наумович // VI съезд травматологов-ортопедов Республики Беларусь: Материалы съезда. – Витебск, 1996. – С. 271 – 273.